

**Odzysk ciepła odpadowego
z Centrów Przetwarzania Danych (CPD)
wsparciem procesu dekarbonizacji
polskich sieci ciepłowniczych**



**Stowarzyszenie Polish Data Center Association
Grupa robocza WG1_WHR
v1.0_Maj 2025**

1. Wstęp

Sektor Centrów Przetwarzania Danych, będący w fazie dynamicznego rozwoju, odznacza się znacznym potencjałem w zakresie wykorzystania ciepła odpadowego do celów grzewczych.

Ciepło generowane w serwerowniach wyróżnia się całoroczną dostępnością oraz stabilnością mocy. Przy zastosowaniu technologii pomp ciepła jego parametry temperaturowe umożliwiają efektywne zasilanie systemów ciepłowniczych, co istotnie wspiera realizację celów dekarbonizacyjnych w krajowym sektorze energetycznym, a także dywersyfikację dostępnych źródeł ciepła odpadowego.

W Polsce istnieje znaczący potencjał odzysku ciepła z centrów przetwarzania danych, które mogą odegrać kluczową rolę w procesie transformacji energetyki oraz w nowym modelu funkcjonowania rynku ciepła.

Zastosowanie systemów odzysku ciepła w Centrach Przetwarzania Danych stanowi uzasadnione działanie zarówno z perspektywy poprawy efektywności energetycznej tych obiektów, jak i zgodności z priorytetami krajowej i europejskiej polityki klimatycznej.

Kluczowe zalety odzysku ciepła odpadowego z procesu przetwarzania danych:

- duże jednostkowe ciepła odpadowego i koncentracja w głównych aglomeracjach miejskich,
- szacowany całkowity potencjał ciepła odpadowego: 19 700 TJ (2030),
- temperatura dolnego źródła pomp ciepła w zakresie 20-50°C,
- stabilne źródło ciepła odpadowego z przewidywalnym profilem rocznym,
- dostępność istniejącego przyłącza energetycznego centrum danych na potrzeby zasilania pomp ciepła.

Kluczowe wyzwania:

- lokalizacja centrum danych względem istniejących sieci ciepłowniczej (koszty przyłączenia),
- zakres odpowiedzialności poszczególnych członków procesu (operator centrum danych, operator sieci ciepłowniczej, dostawca energii elektrycznej, dostawca energii cieplnej),
- ograniczenia technologiczne pomp ciepła w zakresie możliwości produkcji wody o temperaturach równych zasilaniu wody sieciowej systemów wysokotemperaturowych (>120°C) w warunkach obliczeniowych temperatur powietrza zewnętrznego w okresie zimowym
- obowiązek uzyskania koncesji dla mocy cieplnych > 5MWt.

2. Centra przetwarzania danych

Postępująca w szybkim tempie cyfryzacja jest zjawiskiem widocznym we wszystkich obszarach globalnej gospodarki oraz niemal każdej dziedzinie życia codziennego. Kluczową rolę w procesie transformacji cyfrowej, obejmującej coraz szersze zastosowanie usług chmurowych, sztucznej inteligencji (AI) oraz uczenia maszynowego, odgrywają centra przetwarzania danych (CPD). Są to specjalistyczne obiekty techniczne o znaczeniu krytycznym (ang. mission-critical), w których przechowywane i przetwarzane są ogromne ilości danych cyfrowych. Znajdują się w nim setki, a czasem tysiące serwerów – komputerów o dużej mocy obliczeniowej – które umożliwiają działanie usług cyfrowych, takich jak strony internetowe, media społecznościowe, aplikacje, bankowość elektroniczna czy usługi chmurowe. Aby zapewnić nieprzerwaną pracę i bezpieczeństwo danych, centra danych wymagają stałego zasilania energią elektryczną oraz systemów chłodzenia, które odprowadzają powstające w procesie przetwarzania ciepło. Ze względu na konieczność gwarancji ciągłości funkcjonowania, centra danych zasilane są w sposób redundantny, tj. z dwóch niezależnych źródeł średniego lub wysokiego napięcia (w zależności od mocy obiektu). Dodatkowo wyposażone są one we własne źródła zasilania awaryjnego w postaci agregatów prądotwórczych, ze zbiornikami paliwa zapewniającymi 24-96h podtrzymania oraz kontraktami długoterminowymi umożliwiającymi niezależną pracę nawet w scenariuszu całkowitej niedostępności miejskich sieci energetycznych.

Centra przetwarzania danych (data centers) różnią się skalą i przeznaczeniem w zależności od modelu biznesowego i rodzaju przetwarzanych danych. Poniżej przedstawiono główne rodzaje centrów obliczeniowych wraz z typowymi zakresami mocy IT:

- **Firmowe / Instytucjonalne (ang. Enterprise)** – dedykowane centra danych / serwerownie przedsiębiorstw lub instytucji, budowane na potrzeby wewnętrznych działów IT, z własną infrastrukturą serwerów; typowa moc IT: 50kW – 2500kW,
- **Kolokacyjne (ang. Colocation)** – centra danych wynajmujące przestrzeń i infrastrukturę klientom lokującym tam swoje zasoby IT, typowa moc IT: 500 kW – 20 MW,
- **Chmurowe (ang. Hyperscale Cloud)** – bardzo duże centra należące do dostawców chmury, typowa moc IT: 20 MW – 50MW+,
- **Fabryki Sztucznej Inteligencji (ang. AI Factory)** – wyspecjalizowane centra superkomputerowe do obliczeń AI / ML, z dużą gęstością mocy serwerów i chłodzeniem cieczą; typowa moc IT: 10MW – 100MW+ (na świecie w przygotowaniu są także kampusy Fabryk SI o prognozowanych mocach przekraczających 1000MW - w tym kilka projektów zlokalizowanych w Europie: Portugalia, Francja, Wielka Brytania, Niemcy, Włochy)

2.1 Wielkość rynku: Europa

Według raportu McKinsey z października 2024r., moc zainstalowana centrów danych w Europie wynosi 10GW, zużycie energii wynosi obecnie około 62TWh/rok, a do 2030r. roku przewiduje się wzrost do ponad 150TWh rocznie¹. Szacunki te potwierdzają też dane DC Byte z 2. kwartału 2025r. według których całkowita moc centrów danych w Europie - już pracujących i tych w budowie lub przygotowaniu - wynosi 37,2GW, z czego obiekty pracujące szacowane są na ok. 9,7GW (Rys. 1). Główne rynki centrów danych w Europie to tak zwany region FLAP-D, od pierwszych liter miast - lokalizacji chmurowych regionów obliczeniowych, tj. Frankfurt, Londyn, Amsterdam, Paryż i Dublin.

¹ [Europe's data centre power demand expected to triple by 2030, McKinsey report says | Reuters](#)

Frankfurt i Londyn są pierwszymi regionami, w których moce centrów danych przekroczyły 1000MW. Skala projektów rozwojowych w drugiej lokalizacji w Niemczech - Berlinie - szacowana jest obecnie na ok. 880MW, z czego 162MW oddano do użytku. Irlandia natomiast jest relatywnie największym europejskim rynkiem centrów danych w skali krajowej - udział centrów obliczeniowych w całkowitym zużyciu energii kraju wzrósł z 5% w 2015r. do 21% w 2023r (30,6TWh/rok)².



Rys. 1. Wielkość europejskiego rynku centrów danych (źródło: dane DC Byte, 05.2025)

Znaczący prognozowany przyrost mocy centrów obliczeniowych wynika z gwałtownie rosnącego zapotrzebowania na moc obliczeniową dedykowaną sztucznej inteligencji (ang. AI - Artificial Intelligence). Obiekty tego typu charakteryzują się bardzo dużym zapotrzebowaniem na moc elektryczną (>100MW dla pojedynczych obiektów, >1000MW dla kampusów obliczeniowych), a ich lokalizacja jest niezależna od lokalizacji regionów chmurowych oraz czasu przesyłu danych (ang. latency). Stąd dominująca pozycja Skandynawii i Półwyspu Iberyjskiego w lejku nowych projektów rozwojowych, wynikająca z niskiej emisyjności CO2 energetyki zawodowej tych regionów oraz kosztu energii elektrycznej, będącej podstawowym surowcem dla przetwarzania danych.

2.2 Wielkość rynku: Polska

Polska pretenduje do miana rynku wschodzącego centrów danych (określanego jako Tier 2). Moc obecnie pracujących centrów danych w Polsce szacowana jest na ok. 200MW (wzrost z 72MW w 2014r., wg danych PMR). Prognozy rozwoju rynku przewidują 500MW w perspektywie roku 2030³ oraz około 1,1GW do 2035 przy rocznym zużyciu energii elektrycznej na poziomie 9,31TWh (zgodnie z danymi opublikowanymi przez PSE w "Planie rozwoju w zakresie zaspokojenia obecnego i przyszłego zapotrzebowania na energię elektryczną na lata 2025 - 2034")⁴.

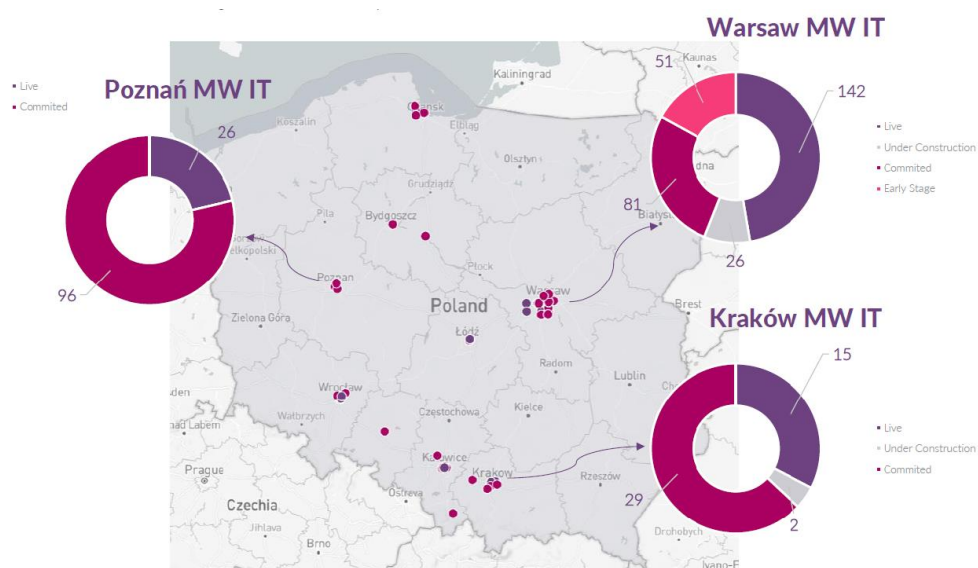
Największe ośrodki centrów danych zlokalizowane są dużych aglomeracjach miejskich: Warszawa, Poznań i Kraków. Dominująca pozycja Warszawy wynika z lokalizacji od 2020r. regionów chmurowych operatorów typu hyperscale (Microsoft, Google, Amazon Web Services) i konieczności rozbudowy

² [Data centres now account for 21% of all electricity consumption – The Irish Times](#)

³ [Do 2030 roku wielkość rynku centrów danych może przekroczyć 500 MW - PMR](#)

⁴ [Planowanie rozwoju KSE Otoczenie funkcjonowania sieci przesyłowej](#)

ekosystemu centrów danych wspierających tę funkcję w określonej odległości geograficznej. Mniejsze ośrodki pracują także w innych lokalizacjach: Wrocław, Katowice, Trójmiasto, Łódź, Bydgoszcz, Toruń (Rys. 2).



Rys. 2. Centra przetwarzania danych w Polsce (źródło: dane DC Byte, Q1 2025)

Rozwój rodzimego rynku centrów obliczeniowych w odniesieniu do pozostałych europejskich rynków Tier2 (Skandynawia, Mediolan, Madryt) hamowany jest przez wysoką emisyjność CO2 krajowej energetyki zawodowej. Ślad węglowy obiektów obliczeniowych jednym z kluczowych kryteriów doboru lokalizacji dla nowych inwestycji. Wysiłki dekarbonizacyjne Polski oraz inicjatywy związane z odzyskiem ciepła odpadowego zwiększają atrakcyjność naszej lokalizacji, co pozwala na uwiarygodnienie prognoz wzrostu.

2.3 Zrównoważony rozwój centrów danych

Branża centrów danych bardzo poważnie traktuje zagadnienie zrównoważonego rozwoju, pracując zarówno nad optymalizacją własnego zużycia energii - z naciskiem na koszty chłodzenia i zarządzanie ciepłem - jak i śledzeniem emisji CO2 związanej z całym procesem inwestycyjnym, w tym rodzajem zużywanej energii. Warto podkreślić, że zdecydowana większość dużych Centrów Przetwarzania Danych kontraktuje 100% zapotrzebowania na energię elektryczną ze źródeł odnawialnych lub niskoemisyjnych w ramach długoterminowych umów PPA, co znacząco wzmacnia ich rolę w budowie zrównoważonego systemu energetycznego.

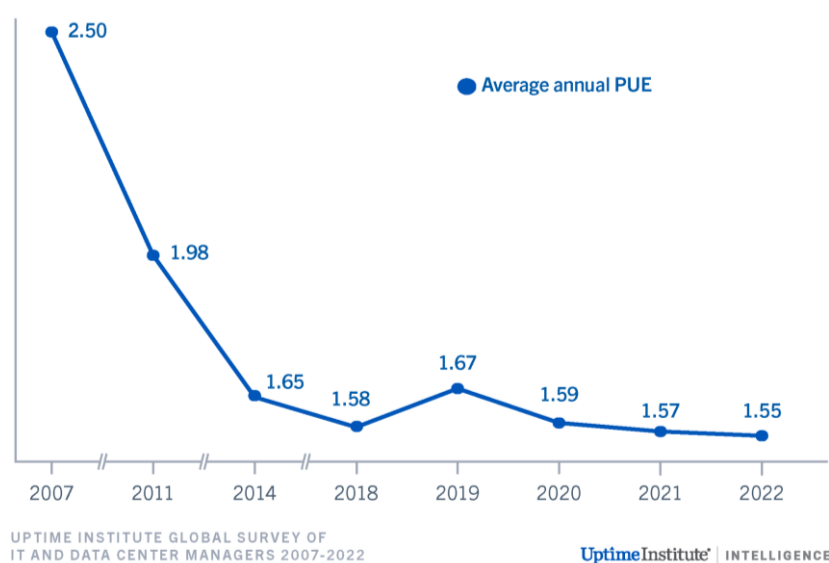
Ze względu na skalę zapotrzebowania na energię nowych obiektów, wielu operatorów centrów kolokacyjnych, a także firmy technologiczne budujące centra danych na własne potrzeby, aktywnie rozważa wykorzystanie w przyszłości technologii modułowych reaktorów jądrowych (SMR) jako stabilnego i niskoemisyjnego źródła zasilania. Takie podejście pozwala nie tylko na ograniczenie śladu węglowego, lecz również na zwiększenie przewidywalności kosztów operacyjnych oraz wzmocnienie bezpieczeństwa energetycznego.

Niemal 100% energii elektrycznej zużywanej przez serwery przekształcane jest w ciepło. Wymusza to konieczność ich ciągłego chłodzenia, w trybie 24/7/365, co jest podstawą projektowania i eksploatacji rozwiązań technicznych stosowanych w tej dziedzinie. Serwery pracujące w centrach danych

wymagają utrzymania ściśle kontrolowanych parametrów środowiskowych – temperatury i wilgotności – zgodnie z wytycznymi organizacji ASHRAE⁵. W zależności od zastosowanych technologii, koszty chłodzenia stanowią od 15 do 50% całkowitych kosztów eksploatacyjnych centrów danych.

Operatorzy CPD ze względów środowiskowych, obniżania kosztów operacyjnych jak również podążając za wymogami przepisów aktywnie dążą do podnoszenia efektywności energetycznej swoich obiektów. Typowymi dla branży wskaźnikami pozwalającymi na weryfikację różnych aspektów efektywności energetycznej są m.in.:

- współczynnik **PUE** (ang. Power Usage Effectiveness) - opracowany w 2006r. przez The Green Grid określa stosunek całkowitego zużycia energii elektrycznej centrum danych do energii zużywanej przez serwery. Współczynnik zawsze większy od 1, a im bliżej jedności, tym lepsza efektywność energetyczna centrum danych.



Rys. 3. PUE - efektywność energetyczna centrów danych (źródło: Uptime Institute)

Według danych Uptime Institute średni współczynnik PUE centrów danych w ujęciu globalnym spadł z 2,5 w 2007r. do 1,55 w 2022r. (Rys. 3). Nowoczesne, chmurowe centra danych projektowane są tak, aby osiągać efektywność na poziomie ok. 1,35 (dla serwerów chłodzonych powietrzem), centra z serwerami chłodzonymi cieczą mogą osiągać efektywność energetyczną PUE na poziomie 1.15,

- współczynnik energii odnawialnej **REF** (ang. Renewable Energy Factor) opracowany w 2012r. przez The Green Grid, definiowany jako stosunek zużycia energii odnawialnej do całkowitego zużycia energii przez CPD.
- współczynnik ponownego użycia energii **ERE** (ang. Energy Reuse Effectiveness), opracowany w 2010r. przez The Green Grid definiowany jako stosunek całkowitego zużycia energii elektrycznej centrum danych pomniejszonego o energię wykorzystaną ponownie (odzysk ciepła) do energii zużywanej przez serwery,
- współczynnik ponownego użycia energii **ERF** (ang. Energy Reuse Factor), opracowany w 2020r. w europejskiej normie EN 50600-4-6 i stosowany w europejskim ustawodawstwie (Niemcy:

⁵ [ASHRAE TC0909 Power White Paper 22 June 2016 REVISED.pdf](#)

ustawa o efektywności energetycznej EnEfG) definiowany jako stosunek energii wykorzystanego ciepła odpadowego do całkowitego zużycia energii przez CPD.

Z termodynamicznego punktu widzenia centra danych oferują bardzo dobre warunki do efektywnego odzysku ciepła. W przypadku systemów chłodzenia opartych na klimatyzacji precyzyjnej (CRAH), temperatura cieczy chłodzącej na powrocie z instalacji sięga 32°C. Wraz ze wzrostem gęstości mocy szaf serwerowych i zastosowaniem nowoczesnych procesorów graficznych (GPU), coraz częściej stosuje się technologię bezpośredniego chłodzenia cieczą, gdzie temperatura cieczy na powrocie może osiągać nawet 50°C. Takie parametry sprawiają, że ciepło odpadowe z centrów danych może być skutecznie wykorzystywane jako dolne źródło dla pomp ciepła – porównywalne z parametrami źródeł geotermalnych.

3. Odzysk ciepła odpadowego z centrów przetwarzania danych

Zastosowanie systemu odzysku ciepła z centrów przetwarzania danych (CPD) stanowi racjonalne i uzasadnione działanie zarówno z punktu widzenia efektywności nowoczesnego ekosystemu energetycznego, jak i polityki klimatycznej państwa - wspierając równocześnie inicjatywy dekarbonizacyjne branży ciepłowniczej. Jest to również kierunek jednoznacznie rekomendowany przez Komisję Europejską w Dyrektywie o efektywności energetycznej (EED) dla wszystkich centrów danych o mocy wejściowej > 1MW (zgodnie z Artykułem 26, ust. 6 i 7d).

Uwzględniając przewidywaną na 2030 moc zainstalowaną na poziomie 500MW oraz charakterystykę pracy centrów obliczeniowych ich roczne zapotrzebowanie na chłód wynosić będzie około 15 700 TJ, na tej podstawie całkowity potencjał wytwórczy ciepła wykorzystujący centra danych jako dolne źródło można szacować na ponad 19 700 TJ/rok, co odpowiada ponad 7% ciepła oddanego do sieci ciepłowniczej w skali kraju przez koncesjonowane przedsiębiorstwa ciepłownicze w roku 2022. Mając na uwadze planowany rozwój centrów danych do 2035 roku, całkowity potencjał ciepła odpadowego w skali kraju może wzrosnąć nawet do 16% całkowitego krajowego zapotrzebowania na ciepło sieciowe⁶.

Wdrożenie systemu odzysku ciepła pozwala nie tylko na ograniczenie kosztów operacyjnych poprzez zastosowanie bardziej efektywnych rozwiązań, takich jak chłodzenie wodne z odzyskiem energii, lecz również stwarza możliwość wtórnego wykorzystania ciepła odpadowego w różnych obszarach. Może ono zasilać miejskie sieci ciepłownicze, służyć do ogrzewania budynków mieszkalnych, obiektów użyteczności publicznej, instalacji procesowych, a także znaleźć zastosowanie w zrównoważonym rolnictwie. Coraz częściej wdrażane są innowacyjne koncepcje wykorzystujące odzyskane ciepło z centrów danych do ogrzewania szklarni, prowadzenia hodowli ryb i innych zastosowań w rolnictwie⁷. W temacie wykorzystania ciepła odpadowego z przetwarzania danych prowadzone są projekty naukowe⁸, a także szereg oddolnych inicjatyw branżowych, mających na celu popularyzację idei centrów danych jako części nowoczesnego ekosystemu energetycznego i źródła zielonego ciepła dla miast.

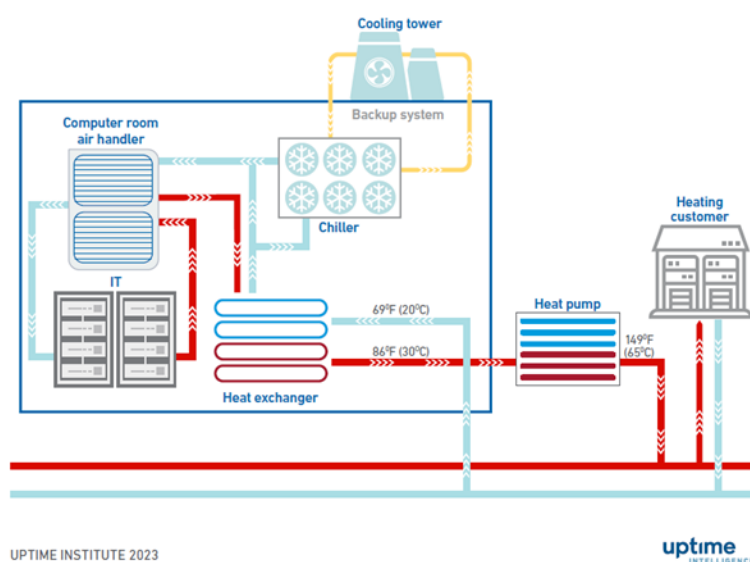
⁶ <https://www.ure.gov.pl/download/9/14094/Energetykacieplnawliczbach2022.pdf> (Tabela 1 dla 2022r.)

⁷ <https://greenmountain.no/wp-content/uploads/Symbiotic-business-Development-Kalberg-2021.pdf>

⁸ [A realistic view on heat reuse from direct free air-cooled data centres - ScienceDirect](#)

Przykładami tego typu inicjatyw są:

- *White Paper* opracowany przez Europejskie Stowarzyszenie Centrów Danych (ang. EUDCA - European Data Centre Association)⁹, będący oficjalnym stanowiskiem branży centrów danych w komunikacji z Komisją Europejską,
- *Opinion Paper*¹⁰ opracowany przez Forum Energii we współpracy ze Stowarzyszeniem PLDCA, który poza aspektami czysto technologicznymi dotyka także polskiej perspektywy wyzwań branży ciepłowniczej oraz możliwości, które rodzi transformacja energetyczna w obszarze współpracy z branżą centrów danych
- *Projekt Heat Recovery*¹¹ prowadzony przez Net Zero Innovation Hub - międzynarodowej inicjatywie prowadzonej przez kluczowych graczy łańcucha wartości centrów danych (w tym operatorów typu hyperscale jak Microsoft, Google, Data4 Group), do którego dzięki wysiłkom Stowarzyszenia PLDCA dołączona została Polska, ze względu na swój potencjał przejęcia ciepła odpadowego do istniejących sieci ciepłowniczych
- *grupa robocza Heat Reuse*¹² zawiązana w ramach Open Compute Project, która opracowuje szczegółowy dokument - z uwzględnieniem schematów referencyjnych rozwiązań - a także tzw. model dojrzałości systemu odzysku ciepła (ang. maturity model) różnych form współpracy i podziału odpowiedzialności pomiędzy operatorami centrów danych i odbiorcami ciepła odpadowego¹³.



Rys. 4. Schemat blokowy przykładowych systemów chłodzenia centrum danych i odzysku ciepła do miejskiej sieci ciepłowniczej (źródło: Uptime Institute)

Roczny profil zapotrzebowania na energię serwerów jest stosunkowo stabilny i niezależny od temperatury zewnętrznej. Natomiast profil całkowitego zapotrzebowania na energię elektryczną centrum danych jest zależny od temperatury zewnętrznej, co wynika z charakterystyki pracy systemów chłodzenia. W okresie letnim zapotrzebowanie na energię elektryczną jest najwyższe, ze względu na

⁹ [an-introduction-to-data-centre-heat-reuse | eudca.org](https://www.eudca.org/an-introduction-to-data-centre-heat-reuse)

¹⁰ [Inteligencja sztuczna - ciepło prawdziwe. Jak się ogrzać przez Internet - Forum Energii](https://forumenergii.pl/inteligencja-sztuczna-cieplo-prawdziwe-jak-sie-ogrzac-przez-internet)

¹¹ [Case: Heat Recovery](https://www.netzeroinnovationhub.com/case-heat-recovery)

¹² [Cooling Environments/Heat Reuse - OpenCompute](https://opencompute.org/cooling-environments/heat-reuse)

¹³ [2024-02-28_OCP_HeatReuse_WP-ReferenceDesigns_v0-2.docx - Dokumenty Google](https://www.google.com/docs/d/2024-02-28_OCP_HeatReuse_WP-ReferenceDesigns_v0-2.docx)

konieczność pracy sprężarkowych układów chłodniczych, zimą zapotrzebowanie na energię elektryczną systemów chłodzenia jest najniższe, ze względu na pracę w tzw. trybie freecooling, tj. chłodzenie bez wykorzystania sprężarkowych układów chłodniczych.

Jednocześnie, co niezwykle istotne dla projektu połączenia sektorowego, profil zapotrzebowania na energię elektryczną centrów danych i sieci ciepłowniczych jest komplementarny. Rezerwa mocy przyłączeniowej centrum danych w okresie zimowym, może być z powodzeniem wykorzystana na potrzeby zasilania pomp ciepła zasilających sieć ciepłowniczą. Zasilanie pomp ciepła latem, w przypadku wspólnego przydziału mocy elektrycznej, również może być realizowane, w następujących scenariuszach:

- mniejszego niż nominalne obciążenia centrum przetwarzania danych,
- pracy z zasilaniem miejskim dwutorowym - przy którym istnieje minimalnie 50% rezerwa mocy przyłączeniowej do obiektu,
- w przypadku wykorzystania pomp ciepła zasilających sieć miejską jako alternatywnego źródła chłodu dla centrum danych.

Uzyskanie przyłącza energetycznego jest warunkiem koniecznym dla powstania centrum danych, a potencjalne wykorzystanie tych samych przyłączy pozwoliłoby na znaczną optymalizację kosztów inwestycyjnych (CAPEX) związanych z instalacją systemu pomp ciepła zasilających sieć ciepłowniczą. Model taki poprawia opłacalność tego typu inwestycji w porównaniu z alternatywnymi źródłami ciepła odpadowego, w których konieczne jest otrzymanie i wybudowanie dedykowanych przyłączy energetycznych dla systemu pomp ciepła.

Jednocześnie, ze względu na konieczność gwarancji ciągłości funkcjonowania, w przypadku wykorzystania przyłączy energetycznych centrum danych na potrzeby zasilania pomp ciepła, priorytet zasilania zawsze musi być przyznany systemom krytycznym centrum danych.

Lokalizacja centrów danych w dużych aglomeracjach miejskich z istniejącymi sieciami ciepłowniczymi, stwarza dodatkowe możliwości odzysku ciepła na dużą skalę. Wdrożenie takich rozwiązań pozwoli na efektywne wykorzystanie ciepła odpadowego, przyczyniając się do redukcji śladu węglowego i osiągnięcia celów związanych z dekarbonizacją ciepłownictwa w Polsce. Technologia do tego potrzebna jest powszechnie dostępna, co czyni ten sposób wykonalnym, efektywnym i korzystnym dla obu stron procesu.

3.1 Legislacja europejska i krajowa

Dodatkowym aspektem, który należy brać pod uwagę analizując potencjał odzysku ciepła z centrów przetwarzania danych, są przepisy Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2023/1791 w sprawie efektywności energetycznej (Energy Efficiency Directive, EED). Dyrektywa ta wprowadza szereg wymogów dotyczących poprawy efektywności energetycznej, w tym obowiązek analizy możliwości odzysku ciepła odpadowego z centrów danych. Zgodnie z art. 26 dyrektywy oraz towarzyszącym jej Zaleceniem Komisji Europejskiej 2024/2395, operatorzy centrów danych są zobowiązani do przeprowadzania analizy kosztów i korzyści związanych z wykorzystaniem ciepła odpadowego. Jeżeli analiza ta wykaże, że odzysk ciepła jest wykonalny technicznie i ekonomicznie uzasadniony, jego wdrożenie staje się obowiązkowe. Przepisy te dotyczą obiektów o mocy wyjściowej przekraczającej 1000kW, przy czym państwa członkowskie mają możliwość wprowadzenia bardziej rygorystycznych progów.

Przykładem ambitnego podejścia legislacyjnego do odzysku ciepła z serwerowni na potrzeby dekarbonizacji sieci ciepłowniczych są Niemcy, gdzie obowiązują przepisy ustawy o efektywności energetycznej EnEFG (niem. Energieeffizienzgesetz). Zgodnie z nimi operatorzy centrów danych o mocy przyłączeniowej co najmniej 300kW są zobowiązani do umożliwienia zagospodarowania ciepła odpadowego, a nowe obiekty muszą spełniać rosnące wymagania dotyczące wskaźnika ponownego wykorzystania energii (ERF), osiągając poziom od 10% w 2026 roku do 20% od 1. lipca 2028r. Przepisy te dodatkowo wspierają i stymulują współpracę z lokalnymi sieciami ciepłowniczymi, co sprzyja integracji centrów danych z krajowym systemem energetycznym. Zachęcają również do wdrażania systemów zarządzania energią, wpisując się tym samym w szersze cele klimatyczne i efektywnościowe.

Podobne rozwiązania legislacyjne mogłyby zostać rozważone w Polsce, tworząc przejrzyste ramy prawne, które zwiększyłyby przewidywalność oraz atrakcyjność inwestycji w odzysk ciepła odpadowego z centrów danych. Dzięki temu planowanie i finansowanie takich przedsięwzięć stałoby się znacznie prostsze. Ponadto, tego typu regulacje mogłyby wspierać rozwój lokalnych sieci ciepłowniczych wokół dużych kampusów centrów danych oddalonych od istniejących sieci ciepłowniczych oraz przyczynić się do wzmocnienia bezpieczeństwa energetycznego kraju.

W polskim procesie inwestycyjnym odzysk ciepła powinien być traktowany jako istotny czynnik formalnie ułatwiający i skracający czas uzyskania decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach oraz pozwolenia na budowę. Wykazanie wykorzystania ciepła odpadowego – na przykład poprzez jego przekazanie do miejskiej sieci ciepłowniczej – powinno być postrzegane jako działanie korzystne dla środowiska, a także dla lokalnej społeczności, poprawiające efektywność energetyczną obiektu, co powinno być premiowane możliwością zastosowania uproszczonych procedur środowiskowych.

W praktyce, biorąc pod uwagę skomplikowany i czasochłonny proces pozwoleń w Polsce, uwzględnienie odzysku ciepła powinno zmniejszać ryzyko opóźnień i ułatwić inwestorom realizację inwestycji, zwłaszcza w gminach realizujących cele klimatyczne i politykę zrównoważonego rozwoju.

Zgodnie z **Ustawą z dnia 10 kwietnia 1997 r. – Prawo energetyczne** (art. 9 ust. 1 pkt 2) oraz rozporządzeniami Prezesa Urzędu Regulacji Energetyki (URE), sprzedaż ciepła o mocy do 5 MW nie wymaga koncesji ani stosowania regulowanych taryf, co sprzyja realizacji mniejszych projektów odzysku ciepła. Natomiast powyżej tej mocy konieczne jest uzyskanie koncesji, co znacząco komplikuje i wydłuża proces inwestycyjny. W związku z tym postulowana jest liberalizacja przepisów, mająca na celu ułatwienie i przyspieszenie realizacji większych inwestycji w zakresie odzysku ciepła, co mogłoby istotnie wesprzeć rozwój efektywnych i ekologicznych rozwiązań energetycznych w Polsce.

3.2 Strategie wykorzystania ciepła odpadowego z CPD do zasilania systemów ciepłowniczych

Na rynku dostępne są rozwiązania technologiczne umożliwiające efektywne wykorzystanie ciepła odpadowego i wykorzystaniu go na potrzeby sieci ciepłowniczych. Głównymi komponentami systemu odzysku ciepła z centrum danych są:

- wysokotemperaturowe pompy ciepła, które pozwalają na podniesienie temperatury ciepła odpadowego z poziomu 20–50°C do poziomu 70–95°C, a w specjalnych wykonaniach nawet do 120°, co umożliwia jego bezpośrednie wykorzystanie w miejskich systemach ciepłowniczych. Sezonowa efektywność pomp ciepła SCOP stosowanych w układach o temperaturze zasilającej 70°C - 85°C z odzysku ciepła wynosi 3,5 - 4,5 kW/kW oznacza to, że z każdego kW ciepła odpadowego możemy uzyskać 3,5 do 4,5 kW ciepła użytecznego w sieci

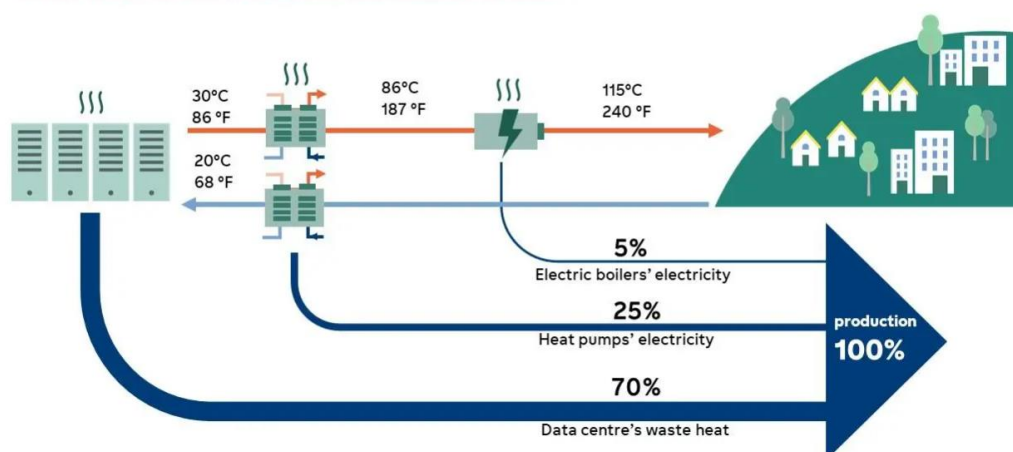
ciepłowniczej (efektywność zależna jest od wymaganej temperatury w danej sieci ciepłowniczej oraz temperatury w pętli chłodzącej serwery),

- szczytowe kotły elektryczne (np. elektrodowe lub rezystancyjne), w które instalacja może zostać doposażona w przypadku konieczności pokrycia całorocznej krzywej temperatury zasilania sieci grzewczej,
- wymienniki ciepła typu powietrze-ciecz oraz ciecz-ciecz, które służą do przechwytywania ciepła w serwerowniach bezpośrednio z powietrza lub z cieczy chłodzącej po stronie centrum danych,
- wysokosprawne pompy obiegowe,
- systemy zarządzania energią cieplną, które umożliwiają dynamiczne sterowanie przepływem energii cieplnej w zależności od zapotrzebowania, integrując odzysk ciepła z systemów chłodzenia serwerów do systemów sieci ciepłowniczej dostosowując temperaturę odzysku do wymaganego parametru roboczego sieci ciepłowniczej.

The principle of recycling waste heat

Over 75% of a data centre's waste heat can be recovered*

* Consumption in summer is approx. 10% of the consumption in winter



Rys. 5. Schemat systemu odzysku ciepła z centrum przetwarzania danych Microsoft do sieci Fortum (Finlandia) wraz z szacunkowym bilansem energetycznym¹⁴

Instalacje odzysku ciepła odpadowego są skalowalne i mogą być dostosowane zarówno do małych serwerowni, jak i dużych centrów danych, w tym obiektów kolokacyjnych - dopasowując moc i koszty inwestycyjne do tempa wzrostu obciążenia mocą IT centrum danych.

Jednym z kluczowych aspektów powodzenia realizacji projektów połączenia sektorowego jest lokalizacja centrum danych - źródła ciepła odpadowego - względem istniejącej sieci ciepłowniczej. Koszty inwestycyjne związane z koniecznością budowy nowego odcinka sieci na potrzeby przyłączenia obiektu obliczeniowego są wskazywane często przez operatorów sieci jako element decydujący o opłacalności całego przedsięwzięcia. Analogiczną konkluzję osiągnęła grupa robocza Net Zero Innovation Hub, która opracowała szacunkowy kalkulator opłacalności inwestycji w zależności od odległości centrum danych i punktu przyłączenia sieci ciepłowniczej¹⁵. Może to wskazywać potrzebę rozważenia dofinansowania tego typu inwestycji (lub innych form zachęt finansowych) w celu zwiększenia skali adopcji w procesie dekarbonizacji.

¹⁴ <https://www.fortum.com/data-centres-helsinki-region>

¹⁵ [Net Zero Innovation Hub](#) - heat reuse calculator

Poza samym aspektem wykorzystania ciepła odpadowego, odpowiednie położenie centrum danych względem elektrociepłowni może poprawiać parametry hydrauliczne sieci, co przekłada się na stabilniejszy, zdecentralizowany i efektywny przesył ciepła. Innym sposobem wykorzystania zdecentralizowanych źródeł ciepła odpadowego może być ich wykorzystanie do dogrzewania końcowych odcinków sieci położonych najdalej od elektrociepłowni, co podnosi efektywność całego systemu.

W sytuacjach, gdy bezpośrednie przyłączenie do sieci ciepłowniczej jest niemożliwe, odzysk ciepła może sprzyjać rozwojowi lokalnych, niskotemperaturowych sieci ciepłowniczych opartych na ciepłe odpadowym, wspierając tym samym ekologiczne i zdecentralizowane rozwiązania grzewcze dla lokalnych wspólnot.

3.3 Przykłady wdrożeń

Przykłady wdrożeń pokazują, że odzysk ciepła z centrów danych jest nie tylko możliwy, ale i efektywny – zarówno technologicznie, jak i ekonomicznie. Projekty tego typu zostały skutecznie zrealizowane w wielu lokalizacjach w Europie, poniżej opisano wybrane przykłady:

- Frankfurt, Niemcy^{16 17 18} – w ramach projektów pilotażowych odzyskiwane jest od 60 do 85% ciepła odpadowego z centrów danych. Ciepło to trafia do miejskiej sieci ciepłowniczej i wykorzystywane jest do ogrzewania budynków mieszkalnych i biurowych.
- Odense, Dania¹⁹ – serwerownia META - centrum danych we współpracy z lokalną siecią ciepłowniczą odzyskuje ciepło odpadowe z hal serwerowych i przekazuje je do centralnej pompy ciepła. Obiekt generuje 100 000 MWh rocznie (czyli 360 000 GJ), co wystarcza na ogrzanie 6 900 domów i firm.
- Høje-Taastrup, Dania²⁰ - nowe centrum danych Microsoft, które ma rozpocząć dostawę ciepła w sezonie grzewczym 2025/2026 i będzie ogrzewać około 6 000 domów. Ciepło odpadowe przekazywane jest przez wymienniki powietrze-ciecz, a następnie przekazywane do sieci ciepłowniczej przez pompy ciepła podnoszące temperaturę do poziomu użytkowego.
- Espoo and Kirkkonummi, Finlandia²¹ - dwa obiekty centrum danych Microsoft, odzysk ciepła do sieci miejskiej Fortum - docelowe pokrycie od 40 do 65% całkowitego zapotrzebowania na ciepło lokalnej sieci ciepłowniczej (pompy ciepła i szczytowe kotły elektrodowe),
- Stockholm Data Parks, Szwecja²² – inicjatywa miasta Sztokholmu, która integruje centra danych z miejską siecią ciepłowniczą. Operatorzy przekazują do 90% ciepła odpadowego do systemu miejskiego, co pozwala ogrzać dziesiątki tysięcy mieszkań.
- Oslo, Norwegia²³ – Serwerownia OSL01 w Oslo odzyskuje 3,5 MW ciepła, co przekłada się na 25 GWh rocznie, wystarczające do ogrzania około 5 000 mieszkań. System oparty jest na wymienniku odzysku z pętli wodnej i pompach ciepła, a ciepło trafia do miejskiej sieci zarządzanej przez Hafslund Oslo Celsio.

¹⁶ [19012023-pm-mainova-dlr-abaeaermenutzung-data.pdf](https://www.19012023-pm-mainova-dlr-abaeaermenutzung-data.pdf)

¹⁷ [Green Mountain and KMW top out data center outside Frankfurt, Germany - DCD](#)

¹⁸ [\(12\) Opublikuj | LinkedIn](#) (film koncepcyjny)

¹⁹ <https://tech.facebook.com/engineering/2020/7/odense-data-center-2/>

²⁰ https://local.microsoft.com/blog/datacenter_heat_repurposed/

²¹ <https://www.fortum.com/data-centres-helsinki-region>

²² https://eu-mayors.ec.europa.eu/sites/default/files/2023-10/2023_CoMo_CaseStudy_Stockholm_EN.pdf

²³ <https://www.datacenterdynamics.com/en/news/stack-shares-heat-from-oslo-data-center>

- Glattbrugg, Szwajcaria²⁴ – trzy centra danych w Glattbrugg przekazują nadmiarowe ciepło do lokalnej sieci ciepłowniczej, moc cieplna możliwa do odzysku z całego kampusu wynosi kilka megawatów (dokładna wartość nie została publicznie ujawniona).
- Paryż, Francja PA10 Data Center – 6,6 MW ciepła odpadowego z serwerowni wykorzystywane jest do zasilania miejskiej sieci ciepłowniczej zapewniającej ciepło dla dzielnic mieszkaniowych jak również dla basenu będącego areną letnich Igrzysk Olimpijskich 2024²⁵

W Polsce do tej pory funkcjonowały głównie indywidualne wdrożenia odzysku ciepła z centrów danych na potrzeby własne operatorów, tj. ogrzewania budynków biurowych przyległych do centrum obliczeniowego. Przykłady tego typu wdrożeń obejmują:

- Beyond.pl Poznań - odzysk ciepła na potrzeby ogrzewania budynku biurowego (moc pompy ciepła ok. 600kW), realizowany od 2016r.
- Poznański Park Naukowo Technologiczny (PPNT), Poznań - odzysk ciepła z serwerowni na potrzeby ogrzewania budynku biurowego (pompa ciepła woda-woda),
- Serwerownia, Warszawa - odzysk ciepła na potrzeby ogrzewania części administracyjno-biurowej (pompy ciepła woda-woda o mocy około 200 kW),
- Centrum przetwarzania danych Sinersio, Nowa Sól - odzysk ciepła na potrzeby ogrzewania budynku biurowego (pompa ciepła woda-woda).

W ostatnim roku, wraz z postępującym procesem dekarbonizacji i elektryfikacji sieci ciepłowniczych, pojawiły się także projekty pilotażowe odzysku ciepła z centrum danych na potrzeby sieci miejskich:

- Beyond.pl, Poznań - zainicjowany listem intencyjnym (wrzesień 2024) projekt odzysku ciepła do miejskiej sieci ciepłowniczej Veolia Energia Poznań - moc w podstawowym wariantcie może wynieść ok. 30 MWt, szacunkowe ograniczenie emisji CO₂: 52,5 tys. ton/rok, zredukowanie zapotrzebowania na wodę o ok. 76,5 tys. m³/rok²⁶,
- Czerska, Warszawa - odzysk ciepła 960kW do sieci ciepłowniczej Veolia w okresie przejściowym i letnim, kiedy z przyczyn technicznych sieć cieplna pracuje na niższych parametrach i powstają problemy związane z obsługą okolicznych węzłów cieplnych oraz produkcją ciepłej wody użytkowej. Rozwiązanie wspiera lokalną społeczność poprawiając jakość parametrów sieci cieplnej dla okolicznych mieszkańców.
- Fortum Wrocław - odzysk ciepła obiektu obliczeniowego (ok. 1600kW z potencjałem rozbudowy o kolejne obiekty)

²⁴ <https://www.dpr.com/media/blog/dlr-data-centers-heat-community-switzerland>

²⁵ [Harnessing waste heat: The imperative shift for data centers - DCD](#)

²⁶ [Veolia Energia Poznań i Beyond.pl zamierzają odzyskać ciepło produkowane przez serwery - Beyond.pl](#)

4. Podsumowanie

Odzysk ciepła z centrów przetwarzania danych ma w Polsce ogromny potencjał i może odegrać kluczową rolę w procesie transformacji energetyki oraz w nowym modelu funkcjonowania rynku ciepła. Wdrożenie tego typu rozwiązań pozwoli na efektywne wykorzystanie ciepła odpadowego, przyczyniając się do redukcji śladu węglowego i osiągnięcia celów związanych z zrównoważonym rozwojem, zgodnie z założeniami opisanymi w zaktualizowanym Planie dla Energii i Klimatu oraz wytycznymi Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2023/1791 w sprawie efektywności energetycznej.

Lokalizacja serwerowni w dużych aglomeracjach miejskich stwarza możliwości wykorzystania ciepła odpadowego z procesów obliczeniowych jako dolnego źródła pomp ciepła zasilających miejskie sieci ciepłownicze. Jakość i stabilność tego źródła może być porównywalna ze źródłami geotermalnymi. Technologia potrzebna do połączenia obu systemów jest powszechnie dostępna, co czyni ten sposób prostym i efektywnym.

Zachęcamy przedstawicieli Ministerstwa Klimatu i Środowiska do rozpoznania potencjału odzysku ciepła z centrów danych w procesie dekarbonizacji polskiej branży ciepłowniczej, uwzględnienie go w strategii dekarbonizacji i zaktualizowanym Krajowym Planie dla Energii i Klimatu (aKPEiK) oraz rozważenie opracowania systemowych zachęt zwiększających skalę adopcji tego typu współpracy międzysektorowej. Wsparcie ze strony Rządu może przyczynić się do szybszego wdrożenia technologii odzysku ciepła z centrów danych, co pozwoli na zdywersyfikowanie metod osiągnięcia celów związanych z transformacją energetyki i nowym modelem funkcjonowania rynku ciepła w Polsce.

Autorzy opracowania:

Piotr Kowalski, Stowarzyszenie PLDCA

Emil Gromadzki, Carrier

Łukasz Rakowski, Arup

Igor Sikorski, Cundall

Krystian Pypłacz, Data4 Group

Gerard Dermont, Vertiv

Dariusz Miłoszewski, Fast Group

Maciej Wiśniewski, AODC

Jarosław Witek, CBRE

Piotr Woronkow, Georg Fischer

Wojciech Znojek, SABUR



Stowarzyszenie Polish Data Center Association
Grupa robocza WG1_WHR

v1.0_Maj 2025